

**Process for producing light-weight aggregates having a low density**

**Patent number:** DE3834751  
**Publication date:** 1990-04-19  
**Inventor:** ACKERMANN MANFRED (DE)  
**Applicant:** ACKERMANN MANFRED (DE)  
**Classification:**  
- international: B28C5/00; C04B14/02; C04B18/06; C04B18/08;  
C04B28/02; C04B40/02  
- european: C04B18/02L, C04B18/06B, C04B20/10F  
**Application number:** DE19883834751 19881012  
**Priority number(s):** DE19883834751 19881012

**Abstract of DE3834751**

To produce a light-weight aggregate having a low density and to use fine-grained to fine pulverulent combustion residues formed in fluidised-bed furnaces, a process is employed according to which light cores such as, for example, granulated Styropor (rigid polystyrene foam) or spheres of foam material whose water absorption is very low and whose wetting with water is difficult under water-containing suspensions are made wettable by appropriate treatment processes using foam material formers. After wetting, the predominantly fine pulverulent mixtures of inorganic binders and thermally treated mineral materials are then applied in the form of a shell to these cores. The selection of the core-forming grain size is matched to the desired grain size of the aggregate. The shell thickness is determined by the duration of the application process as a function of the desired grain strength. Depending on the starting material or the field of application, binder in the form of cement or of lime is added or utilised. The grain formed in this way is cured or subjected to thermal curing by the lime-sand brick process.

---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3834751 A1

②① Aktenzeichen: P 38 34 751.2  
②② Anmeldetag: 12. 10. 88  
④③ Offenlegungstag: 19. 4. 90

⑤① Int. Cl. 5:  
**C 04 B 18/06**  
C 04 B 18/08  
C 04 B 14/02  
C 04 B 40/02  
C 04 B 28/02  
B 28 C 5/00  
// (C04B 28/02,18:06,  
18:08,14:02)

DE 3834751 A1

⑦① Anmelder:  
Ackermann, Manfred, 4630 Bochum, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Schulte, J., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 4300 Essen

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤④ Verfahren zur Herstellung von Leichtzuschlagstoffen mit geringer Dichte

Zur Herstellung von Leichtzuschlagstoff mit geringer Dichte und zur Verwendung von in Wirbelschichtfeuerungsanlagen anfallenden feinkörnigen bis mehlfeinen Verbrennungsrückständen wird ein Verfahren angewendet, nach dem um leichte Kerne wie beispielsweise Styroporgranulat oder Schaumstoffkugeln, deren Wasseraufnahme äußerst gering ist und deren Benetzung mit Wasser unter wasserhaltigen Suspensionen schwierig ist, durch entsprechende Behandlungsverfahren mit Schaumstoffbildner benetzbar gemacht werden. An diese Kerne werden dann nach der Benetzung die überwiegend mehlfeinen Mischungen aus anorganischen Bindemitteln und thermisch behandelten Mineralstoffen schalenförmig angelagert. Die Auswahl der kernbildenden Körnung wird auf die gewünschte Korngröße des Zuschlags abgestimmt. Die Schalenstärke wird durch die Dauer des Anlagerungsvorganges in Abhängigkeit von der gewünschten Kornfestigkeit bestimmt. Je nach Ausgangsprodukt oder Einsatzgebiet wird Binder in Form von Zement oder von Kalk zugegeben oder genutzt. Das entsprechend gebildete Korn wird ausgehärtet oder einer thermischen Härtung nach dem Kalksandsteinprozeß unterzogen.

DE 3834751 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Leichtzuschlagstoffen mit geringer Dichte aus Verbrennungsrückständen mineralstoffhaltiger Einsatzstoffe aus Wirbelschichtfeuerungsanlagen, die mit dem Gasstrom ausgetragen und an den Filtern anfallen und gesammelt werden oder aus ähnlichen mineralischen Produkten.

Die in den Wirbelschichtfeuerungsanlagen anfallenden Verbrennungsrückstände können nicht oder nur schwer weiterverarbeitet werden. Probleme bereitet dieses Material insbesondere aufgrund der Feinkörnigkeit, da der Anteil der Körner  $< 63 \mu\text{m}$  immerhin rund 70 Gew.-% ausmacht, so daß dieses Material zum Fließen neigt und wenn überhaupt nur mit hohem Aufwand transportiert und auf Halden abgelagert werden kann. Im Prinzip das gleiche gilt für Flugaschen aus anderen Feuerungsanlagen und für ähnliche mineralische Produkte. Der Versuch, daraus einen Zuschlagstoff geringer Dichte für die Bauindustrie herzustellen, scheitert daran, daß zwar ein im Bereich der Oberfläche sehr hartes, im Kern aber dichtes Korn erzielt wird, das damit ein unter Berücksichtigung des Ausgangsproduktes hohes Schüttgewicht von ca.  $1 \text{ KG/dm}^3$  aufweist. Darüber hinaus entstehen aufgrund des Ausgangsproduktes bei Wasserzutritt unter Umständen Probleme durch verzögerte Abbindereaktionen des Zementes und durch Quellvorgänge auf.

Der Wunsch nach höheren Dämmwerten ist Grund für Bemühungen, Leichtbaustoffe mit immer geringeren Dichten zu schaffen. Natürliche Baustoffe sind vor allem in der Bundesrepublik Deutschland nicht vorhanden. Künstliche Baustoffe dieser Art sind abhängig von ausländischen Rohstoffen. Die Rohstoffkosten sind aufgrund der großen Nachfrage hoch und zusätzlich noch durch die Frachten belastet.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Leichtzuschlagstoff aus schwer verwertbaren Verbrennungsrückständen mit einer Schüttdichte deutlich unter  $1 \text{ KG/dm}^3$  herzustellen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die feinkörnigen bis mehlfeinen Verbrennungsrückstände unter Zugabe von fehlendem, anorganischem Binder mit granuliertem oder körnigem, meistens hydrophobem, durch vorherige Kontaktierung mit einem Schaumbildner benetzbar gemachtem Leichtstoff, bis sich eine abbindefähige Hohlshell einstellt, durchmengt werden, woraufhin die gebildeten Körper zum Aushärten abgelagert oder hydrothermal gehärtet werden.

Durch die Vorbehandlung des an sich hydrophoben Leichtstoffes wird ein ultraleichter Kern vorgegeben, um den sich dann die mehlkornfeinen Verbrennungsrückstände ablagernd und damit Körnungen bilden, die für die unterschiedlichsten Zwecke weiterverarbeitet werden können. Aufgrund des ultraleichten Kerns kann so die Schüttdichte gezielt reduziert werden, ohne die Eigenschaften des Ausgangsmaterials zu verändern. Da ein an sich hydrophober Leichtstoff zum Einsatz kommt, bleibt der Kern durch die prozeßbedingte Befeuchtung unbeeinflusst, was sich sowohl bezüglich der Wasseraufnahme wie auch der Verarbeitbarkeit des Produktes vorteilhaft auswirkt. Es ergibt sich eine verkittete Hohlshell, in der der im Inneren hydrophobe Kern beim Abbinden an der Atmosphäre erhalten bleibt oder aber sich bei hydrothormaler Behandlung weitgehend auflöst, ohne die Eigenschaften des gebildeten Kornes zu verändern. Auf diese Weise wird nicht nur ein ansonsten schwer verwertbarer, in großen Mengen anfallender Stoff vorteilhaft lagerfähig gemacht, sondern gleichzeitig zielgemäß ein Leichtzuschlagstoff mit niedriger Dichte geschaffen, der in der Bauindustrie zu verschiedensten Dämmbauzwecken einsetzbar ist. Überraschenderweise kann dabei für diese Zwecke auch ein Sekundärstoff für den Baustoffmarkt nutzbringend eingesetzt werden, weil dieser aufgrund des Verfahrens die hydrophobe Eigenschaft seiner Oberfläche verliert bzw. verändert. Vorteilhaft ist außerdem, daß ein solches Verfahren ohne großen Aufwand auch direkt in einer Feuerungsanlage verwirklicht werden kann, so daß der schwierige und kostspielige Transport des mehlfeinen Einsatzstoffes verkürzt wird bzw. ganz entfallen kann.

Nach einer zweckmäßigen Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß der granulierten Leichtstoff als natürliche Körnung von Sägeschnittabfall aus der Zurichtung von Schaum- oder Dämmstoffplatten mit einem zuvor schaumig gerührten Schaumbildner durchmischt und dann mit den Verbrennungsrückständen vermengt wird. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß Körnungen entstehen, deren Kornband durch die Körnungsauswahl der Leichtstoffe genau vorher bestimmbar ist.

Um den üblichen Anforderungen der Bauindustrie an die Kornbänder von Leichtzuschlagstoffen zu genügen, sieht die Erfindung vor, den granulierten Leichtstoff mit einer Körnung von 1 bis 10 mm abzusieben und dann mit Schaumbildner und anschließend mit den Verbrennungsrückständen zu mischen. Weiter besteht die Möglichkeit, durch Mengenverteilung durch das Anreichern und Abmagern in bestimmten Siebstufen das jeweils gewünschte Kornband ganz genau in vorgegebenen Grenzen einzustellen.

Bei Ausgangsmaterial ohne Kalkanteil wird den kalkfreien Verbrennungsrückständen vor der Zuführung des granulierten Leichtstoffes bis zu 30% Zement zugemischt und das gebildete Korn dann zum Aushärten nach entsprechender Schalenbildung abgelagert. Hierdurch erreicht das Korn bzw. die verkittete Hohlshell die jeweils erforderliche Stabilität, um in entsprechend hergestellten Produkten günstig verwendet werden zu können. Der Zement sorgt dabei für das Verkitten der Verbrennungsrückstände rund um den an sich hydrophoben Styroporkern oder den entsprechend gekörnten Schaumstoff. Zur Reduzierung der Abbindezeit kann das Produkt auch in Dampfkammern bei ca.  $70^\circ\text{C}$  oder im Autoklaven gehärtet werden.

Bei aus Wirbelschichtanlagen mit Schwefeleinbindungen stammenden Verbrennungsrückständen ist es von Vorteil, eine Kalkbindung anzuwenden, wozu unter Berücksichtigung des eigenen Kalkanteils Kalk bis auf eine Gesamtkalkmenge bis zu 8% zugegeben, dann mit dem vorbehandelten granulierten Leichtstoff durchmengt wird und daß die Körner anschließend hydrothermal bei ca.  $160^\circ\text{C}$  über 4 bis 6 Stunden gehärtet werden. Ein solcher Härtingsprozeß führt zu einem ausgehärteten Produkt, das auf die gleiche Art und Weise weiterverarbeitet werden kann, wie das unter Zusatz von Zement entstandene Korn. Durch das hydrothermale Härten wird der Schaumstoffkern (Styroporkern) oder der aus ähnlichem hydrophobem Material bestehende Kern weitgehend aufgelöst, wobei für die angestrebten Eigenschaften des Endkorns keine Nachteile entstehen.

Neben der reinen Verwendung von Zement bzw. dem Auffüllen des Kalkanteils sieht die Erfindung eine dritte Verfahrensvariante vor, nach der kalkfreie und kalkhaltige Verbrennungsrückstände miteinander unter Zugabe von Zement gemischt, mit dem Leichtstoff geformt und hydrothermal gehärtet werden. Auch auf diese Weise erhält man ein Material, das sich für eine entsprechende Weiterverarbeitung eignet.

Wegen der angestrebten niedrigen Korndichte ist das Korn über 1 mm auszuhalten. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Korngröße der Verbrennungsrückstände  $< 1$  mm beträgt und dabei vorzugsweise zu 70 Gew.-%  $< 63 \mu\text{m}$  ist. Der Binder in Form von Zement sollte dabei mit dem noch warmen Zuschlag gemischt und dann mit dem granulierten Leichtstoff geformt werden. Ein solches Vorgehen macht sich die Wärme der Verbrennungsrückstände zunutze, wobei sich diese insbesondere bei dem anschließenden Abbindeprozeß als Beschleuniger auswirkt.

Die durch die Zugabe von Kalk oder Zement o.ä. Binder oder durch den in den Verbrennungsrückständen vorhandenen Binder sich ergebenden Hohlstrukturen eignen sich aufgrund ihres günstigen Schüttgewichtes optimal für die Herstellung von Leichtbaukörpern, wobei die verkitteten Hohlstrukturen sowohl ungebunden wie ihrerseits mit flüssigen Bindern versetzt und zu Baukörpern verarbeitet werden können. Die Vielseitigkeit der Anwendung entsprechend hergestellter Leichtzuschlagstoffe ist also enorm groß.

Die Erfindung zeichnet sich durch ein Verfahren aus, das im wesentlichen darin besteht, daß um leichte Kerne wie beispielsweise Styroporgranulat oder Schaumstoffkugeln, deren Wasseraufnahme äußerst gering ist und deren Benetzung mit Wasser oder wasserhaltigen Suspensionen schwierig ist, durch entsprechende Behandlungsverfahren benetzbar gemacht werden und an die, nach der Benetzung überwiegend mehlfeinen Mischungen aus anorganischen Bindemitteln und thermisch behandelten Mineralstoffen schalenförmig angelagert werden. Die Auswahl der kernbildenden Körnung wird auf die gewünschte Korngröße des Zuschlages abgestimmt. Die Schalenstärke wird durch die Dauer des Anlagerungsvorgangs in Abhängigkeit von der gewünschten Kornfestigkeit bestimmt. Bei zementgebundenen Mischungen ist ein Abbindevorgang ohne thermische Behandlung möglich. Das gleiche gilt im Prinzip für die Kombination von Hydratkalk und Zement. In beiden Fällen ist aber auch die thermische Härtung nach dem Kalksandsteinprozeß möglich. Wird die Härtung des Leichtzuschlages grundsätzlich durch die Dampfhärtung bewirkt, genügt bei Verwendung von Wirbelschichtfilterasche, die in der Regel mit aktivem Restkalk und Reaktionsprodukten der Kalkzugabe belegt ist, der Restkalkgehalt aus der überstöchiometrischen Kalkzugabe. In Ausnahmefällen muß der vorhandene Kalkgehalt auf einen Anteil von aktivem Kalk von 2 Gew.-% bezogen auf die Mineralstoffmenge ergänzt werden. Ab 10 mm Hohlraumdurchmesser sollte man zur Vermeidung der Konvektion im Korn die zementgebundene Bindung unter Vermeidung von Temperaturen über  $100^\circ$  anwenden, weil dann der ultraleichte Kern im Korn erhalten bleibt. Wichtig ist darüber hinaus, daß Schaumbildner verwendet wird, der zement- bzw. kalkverträglich ist, weil auf diese Weise die Wirkung des Binders nicht aufgehoben, sondern vielmehr ein entsprechend härteres Korn erzeugt wird.

#### Beispiele

Als Ausgangsstoffe für die Herstellung von Leichtzuschlagstoffen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren sind bei den nachfolgenden Beispielen die nachfolgend genannten Stoffe zum Einsatz kommen.

1.0 Verbrennungsrückstand der zirkulierenden Wirbelschicht-Feuerungsanlage der Stadtwerke Duisburg.

2.0 Die Siebanalyse der Asche ergab folgende Siebrückstände:

$< 0,04$ mm	66 Gew.-%
$< 0,09$ mm	54 Gew.-%
$< 0,2$ mm	36 Gew.-%
$< 1,0$ mm	3,2 Gew.-%

#### 3.0 Mischungsbestandteile

Gesamt-Kalkgehalt	6,5%
Aktiver Kalkanteil	1,9 Gew.-%
Bindemittel	Zement F 35, Zementwerk Anneliese
Kalk	Hydratkalk Ultraleicht, Kalkwerke Wülfrath
Benetzungsmittel	Schaumbildner SCH 1, Heidelberger Zementwerke
Kernbildner	Kugeliges Kunststoffschäummaterial
Befeuchtung	Trinkwasser aus dem öffentlichen Netz

#### 4.0 Beschreibung des Herstellungsprozesses

Im optimierten Verhältnis wird Wasser und Schaumbildner zu einem noch fließfähigen Schaum geschlagen. Der Schaum wird in einen Zwangsmischer gegeben und anschließend wird das kernbildende Kornband aus geschäumten Kunststoffkugeln zugegeben. Ca. 75 Gew.-Anteile des vorbereiteten bindemittelhaltigen und mehlkornfeinen Mineralstoffs wird anschließend in den Mischer gegeben und unter zusätzliche Einwirkung eines Wirblers mit den Kernbildnern unter Aufnahme des Schaums zu einem rieselfähigen Gemisch eingerührt.

Anschließend wird die Mischung ausgetragen und durch Rotation geformt, wobei die Restmenge des Mineral-

stoffs durch Aufstreuen und Bedüsung für den weiteren Aufbau der Schalen aufgebracht wird.

Über eine schwach gepuderte Rinne wird das Material ausgetragen und in Stahlboxen, die mit einem Quadratmaschengewebe < 3,15 mm ausgekleidet sind, gesammelt, im Falle der Zementbindung an der Atmosphäre gehärtet, bei Kalkbindung oder zur Abkürzung des Abbindevorgangs im Autoklaven unter Sattedampfbedingungen bei ca. 160°C gehärtet.

#### 5.0 Rezepturen der Versuchsmischungen und Ergebnisse

##### Serie 1:

10	Mischung ZA	— 400 g WS-Asche
	Binder	— 100 g Zement
	Trockenmischung	— 500 g
	Kernbildner	— 1 Becherglas 0,25 dm <sup>3</sup>
	Benetzung/Befeuchtung	— Wasser 0,20 dm <sup>3</sup>
15	Schaumbildner	— 0,2 g

##### Ergebnis:

	Schüttdichte	iM 0,77 KG/dm <sup>3</sup>
20	Kornfestigkeit	iM 52 KN

##### Serie 2

	Mischung KA + Z	— 450 g WS-Asche
	Zementanteil	— 50 g
25	Trockenmischung	— 500 g
	die weiteren Rezepturanteile	wie unter Serie 1

##### Ergebnis:

30	Schüttdichte	iM 0,8 KG/dm <sup>3</sup>
	Kornfestigkeit	iM 50 KN

##### Serie 3:

35	Mischung KA	— 500 g WS-Asche
	Binder	— keine Zusätze
	die weiteren Rezepturbestandteile	wie unter Serie 1

##### Ergebnis:

40	Schüttdichte	iM 0,84 KG/dm <sup>3</sup>
	Kornfestigkeit	iM 49 KN

45 Zum Vergleich sei darauf hingewiesen, daß Bims gleicher Körnung eine Schüttdichte von 0,92 KG/dm<sup>3</sup> und eine Kornfestigkeit von iM 70 KN aufweist.

#### Patentansprüche

- 50 1. Verfahren zum Herstellen von Leichtzuschlagstoffen mit geringer Dichte aus Verbrennungsrückständen mineralstoffhaltiger Einsatzstoffe aus Wirbelschichtfeuerungsanlagen, die mit dem Gasstrom ausgetragen und an den Filtern anfallen und dort gesammelt werden oder aus ähnlichen mineralischen Produkten, **dadurch gekennzeichnet**, daß die feinkörnigen bis mehlfeinen Verbrennungsrückstände unter Zugabe von fehlendem, anorganischem Binder mit granuliertem oder körnigem, meistens hydrophobem, durch vorherige Kontaktierung mit einem Schaumbildner benetzbar gemachten Leichtstoff, bis sich eine abbindefähige Hohlshell einstellt, durchmengt werden, woraufhin die gebildeten Körper zum Aushärten abgelagert oder hydrothermal gehärtet werden.
- 55 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der granuliert Leichtstoff als natürliche Körnung von Sägeschnittabfall aus Zurichtung von Schaum- oder Dämmstoffplatten mit einem zuvor schaumig gerührten Schaumbildner durchmischt und dann mit den Verbrennungsrückständen vermengt wird.
- 60 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der granuliert Leichtstoff auf eine Körnung von 1 bis 10 mm abgesiebt und dann mit Schaumbildner und anschließend mit den Verbrennungsrückständen gemischt wird.
- 65 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein bestimmtes Kornband durch Einsatz bestimmter Siebstufen genau eingestellt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den kalkfreien Verbrennungsrückständen vor

der Zuführung des granulierten Leichtstoffes bis zu 30% Zement zugemischt und das gebildete Korn dann zum Aushärten abgelagert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die gebildeten Körper in Dampfkammern bei ca. 70°C oder im Autoklaven gehärtet werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den Verbrennungsrückständen unter Berücksichtigung des eigenen Kalkanteils Kalk bis auf eine Gesamtkalkmenge bis zu 8% zugegeben, dann mit dem vorbehandelten granulierten Leichtstoff durchgemengt wird und daß die Körner anschließend hydrothermal bei ca. 160°C über 4 bis 6 Stunden gehärtet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß kalkfreie und kalkhaltige Verbrennungsrückstände (WSA) miteinander unter Zugabe von Zement gemischt, mit dem Leichtstoff geformt und hydrothermal gehärtet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Korngröße der Verbrennungsrückstände < 1 mm beträgt und dabei vorzugsweise zu 70 Gew.-% < 63 µm.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die verkitteten Hohlschalen ihrerseits mit flüssigen Bindern versetzt und zu Baukörpern verarbeitet werden.

— Leerseite —